

在 madhow 一书 p200 页的图 5.1 中给出的线性调制的基带模型如下：

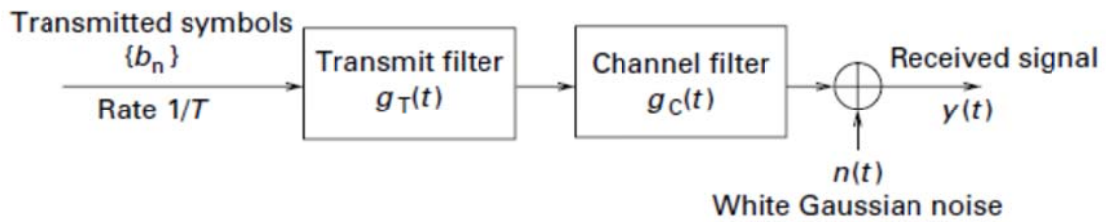


图 1

在 Tse 所著的 fundamentals of wireless communication 一书英文版的 p30 页的图 2.12 给出的模型如下：

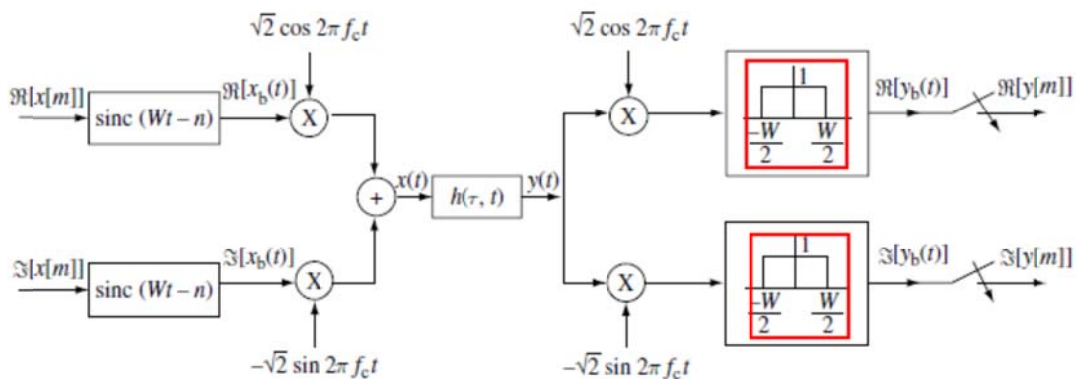


图 2

比较这两幅图可知其差别如下：

1. 在图 2 中，将图 1 中 transmit filter 特殊化为 sinc 脉冲；
2. 在图 1 中，将图 2 中线性时变信道特殊化为线性时不变信道；
3. 对噪声而言，图 1 中基带接收信号 $y(t)$ 中的噪声 $n(t)$ is complex WGN with PSD $\sigma^2 = N_0/2$ per dimension.，即无限带宽 WGN，而图 2 基带接收信号 $y_b(t)$ 中的噪声是带限于 $[-W/2, W/2]$ 的有限带宽 WGN。众所周知，如果在有用信号频带范围内噪声的 PSD 是常数，则可以将该有限带宽的 WGN 当作标准的无限带宽 WGN 来处理，故无需考虑噪声模型的这个差别；

基于以上的三点差别，现在对图 1 和图 2 分别进行如下修改：

1. 将图 1 中的发送滤波器的冲击响应修改为 sinc 函数；
2. 将图 2 中的发送线性时变信道修改为线性时不变信道；
3. 如前所述的第 3 点差别，可以忽略掉噪声模型的差别；

经过这样修改后，显然，图 1 和图 2 的所述的是同一个模型，只不过图 1 是一个逻辑图，而图 2 给出了图 1 的物理实现方法。我的疑问是：madhow 书中 p202 页 Theorem 5.2.1 给出了图 1 模型的最佳处理方案，那为什么 Tse 在图 2 中没有根据 madhow 书中的 Theorem 5.2.1 来处理？图 2 中是对含有噪声的基带接收信号 $y_b(t)$ 直接进行符号率采样，然后再处理采样序

列 $\{y_m\}$ ，**这种处理方法未必是最优的？** 图 2 的处理方法只是应用了一个很朴素的思想：设计接收端设计使其在保证信号全通的前提下，让噪声功率尽可能小，图 2 红框中的接收滤波器通带刚好为 $[-W/2, W/2]$ 。

另外，在 Gallager 的《数字通信原理》中译本 p259 页(9.47)式为

$$V_m = \sum_k G_{k,m} U_{m-k} + Z_m \quad (9.47)$$

如 Gallager 书中所述，(9.47)式中噪声序列 $\{Z_m\}$ 是“**独立同分布**”的圆对称复高斯随机变量，这里提到的独立同分布是**依赖于图 2 中红框中滤波器的理想低通性的，故式(9.47)也是根据图 2 写出来的？**（madhow 书中 p244 页 problem 5.5 中(a)问已表明，噪声序列 $\{Z_m\}$ 的相关特性是依赖于接收滤波器的特性的！）。

我发现(9.47)式几乎是无线通信基带处理的通用模型了，在文献中都假定噪声序列 $\{Z_m\}$ 是**独立同分布的，文献中都默认了收发端的处理流程就是图 2？线性时变信道在工程实际中几乎都是采用分段近似为时不变信道来处理的？** 段的大小得根据信道的相关时间来考虑。通过这种分段时不变近似后从逻辑上讲就可采用 madhow 书中 Theorem 5.2.1 来处理了，因为数字通信追求的是低误符号率，**这种处理也应该是最优的了？**

但 Gallager 和 Tse 的书中均未按照 madhow 书中 Theorem 5.2.1 来设计接收方案，我想**是不是考虑了信道估计估计的实现困难？** Theorem 5.2.1 中的最佳滤波器依赖于信道的脉冲响应 $h(\tau, t)$ ，而 $h(\tau, t)$ 作为一个连续函数其估计会比较困难，故这种做法很难实现。即使 $h(\tau, t)$ 能被精确估计，如果考虑到 $h(\tau, t)$ 的时变性，也需要不断地对接收滤波器进行刷新，**这也是难实现的？**

但如果采用图 2 的处理方法，接收滤波器是一个**固定**低通滤波器，故使用(9.47)式检测发送序列 $\{u_m\}$ 时，只需估计信道抽头系数 $\{g_{k,m}\}$ 即可，相比于 Theorem 5.2.1 所需估计的连续波形 $h(\tau, t)$ ，其相对开销是很小的。如(9.47)式所示，如果抽头数 $\{g_{k,m}\}$ 大于 1 时，**仍然可以采用 madhow 书中 p212 页中 5.4.1 节中给出的 MLSE 均衡算法？这么来看的话，图 1 和图 2 的差别仅在于接收端预滤波的差别？两者对采样后序列的处理均可以采用 MLSE 均衡技术？**

如果我以上理解正确的话，那 madhow 书中的 **Theorem 5.2.1 对无线信道来说也仅仅是一个看上去很美的结果？** 但其能给出各次优算法离最优算法还有多大的 gap。或许对于有线信道，信道变化足够慢，可以在接收端对信道的脉冲响应进行精确估计，**此时 Theorem 5.2.1 还是有用的？**